

Schriftliche Abiturprüfung Physik

Beispiele für
schriftliche Prüfungsaufgaben 2008



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Bildung und Sport

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Bildung und Sport
Amt für Bildung - B 21 -
Hamburger Straße 31, 22083 Hamburg
Alle Rechte vorbehalten

Referat Mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht

Referatsleitung: Werner Renz, B 21-2

Fachreferentin Physik: Dr. Ulrike Vogt, B 21-27

Redaktion:

Detlef Adler
Herbert Wild

Hamburg 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	4
2	Allgemeines.....	4
	2.1 Checkliste für die schriftliche Abiturprüfung Physik	4
	2.2 Anzahl der Aufgaben	4
	2.3 Mögliche Inhalte	4
	2.4 Kompetenz- und Anforderungsbereiche	4
	2.5 Anforderungen an die Aufgaben.....	6
	2.6 Hinweise zur Erstellung der Aufgaben	6
	2.7 Termine	7
3	Aufgaben	8
	3.1 Allgemeine Hinweise	8
	3.2 Erwartungshorizont	8
4	Beispielaufgaben.....	9
	4.1 Gravitation und Kreisbewegung	9
	4.2 Beugung und Interferenz am optischen Strichgitter.....	12
	4.3 Wasserwellen	15
	4.4 Kondensator (Leistungskurs)	18
5	Korrekturen	22
6	Anlage Vorsatzblatt.....	24

1 Einführung

Die vorliegende Handreichung wendet sich an alle Kolleginnen und Kollegen, die Aufgaben für die schriftliche Prüfung im Abitur Physik erstellen. Dabei verfolgen die Autoren im wesentlichen das Ziel, die Umsetzung der neuen Richtlinie „Anlage 22 zur Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung Physik“ (im folgenden „Richtlinie“ genannt) zu unterstützen, indem organisatorische Zusammenhänge dargestellt und mögliche Aufgabenstellungen beschrieben werden. Wesentliche Aspekte sind dabei unmittelbar aus der Richtlinie zitiert.

2 Allgemeines

2.1 Checkliste für die schriftliche Abiturprüfung Physik

1. Anzahl der Aufgaben: (s. 2.2)
2. Aufgaben:
 - Themenauswahl: (s. 2.3)
 - Struktur der Aufgaben: (s. 2.6)
 - Hinweise zur Gestaltung: (s. 2.6)
3. Formales:
 - Vorsatzblatt (s. Anhang)
 - unterrichtliche Voraussetzungen (s. 4.1 bis 4.4)
 - Schema des Lösungswegs (s. 3.2)
4. Termine: (s. 2.7)

2.2 Anzahl der Aufgaben

Zwei Aufgaben bilden die so genannte Prüfungsaufgabe. Pro Kurs werden drei Aufgaben eingereicht, von denen das Amt für Bildung zwei Aufgaben auswählt, die den Prüflingen zur Bearbeitung vorgelegt werden (Richtlinie: Kapitel 3.1, Seite 10).

2.3 Mögliche Inhalte

Elektrische Felder, magnetische Felder, Gravitationsfelder, mechanische und elektromagnetische Wellen, Wellenoptik, Quantenmechanik, Struktur der Materie (Richtlinie: Kapitel 1.2, Seite 5).

2.4 Kompetenz- und Anforderungsbereiche

Bei der Erstellung der Prüfungsaufgaben sind die Kompetenz- und Anforderungsbereiche zu beachten (Richtlinie: Kapitel 1 und Kapitel 2, Seite 4-9).

Kompetenzbereich Fachkenntnisse:

Physikalisches Wissen erarbeiten, einordnen nutzen und werten.

Kompetenzbereich Fachmethoden:

Erkenntnismethoden der Physik sowie Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden.

Kompetenzbereich Kommunikation:

In Physik und über Physik kommunizieren

Kompetenzbereich Reflexion:

Über die Bezüge der Physik reflektieren und Sachverhalte bewerten.

Die entsprechende Matrix ist hier noch einmal aufgenommen.

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereiche	Fachkenntnisse	einfache Sachverhalte wiedergeben	Sachverhalte eines abgegrenzten Gebietes anwenden	Wissen problembezogen erarbeiten, einordnen, nutzen und bewerten
	Fachmethoden	einfache Fachmethoden beschreiben und einsetzen	Fachmethoden situationsgerecht anwenden	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden
	Kommunikation	einfache Sachverhalte in vorgegebenen Formen darstellen	Kommunikationsformen situationsgerecht auswählen und anwenden	Kommunikationsformen situationsgerecht auswählen und anwenden
	Reflexion	einfache Bezüge angeben	einfache Bezüge herstellen und Bewertungsansätze wiedergeben	Bezüge herstellen und Sachverhalte bewerten

2.5 Art der Aufgaben

Die Prüfungsaufgabe bezieht sich in der Regel auf Experimente oder auf vorgelegte Materialien. Für die schriftliche Abiturprüfung sind Aufgabenstellungen geeignet, die

- vorgeführte oder selbst durchgeführte Experimente beschreiben und auswerten lassen
- fachspezifisches Material (z.B. Diagramme, Tabellen, dokumentierte Experimente) auswerten, kommentieren, interpretieren und bewerten lassen
- fachspezifische Fragen beantworten lassen
- Formeln kommentiert herleiten lassen und kommentierte Berechnungen fordern
- fachliche Sachverhalte in historische Bezüge oder aktuelle Kontexte einordnen lassen
- begründete Stellungnahmen zu Aussagen oder vorgelegtem Material einfordern
- strukturiertes Fachwissen in einem größeren Zusammenhang darstellen lassen
- mehrere Lösungswege ermöglichen.

Nicht zugelassen sind:

- ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgaben,
- Aufgaben, die eine überwiegend mathematische Bearbeitung erfordern,
- Aufgaben ohne Kontextorientierung,
- übernommene Aufgaben (z. B. von Verlagen) ohne Zuschnitt auf den Kurs bzw. ohne Berücksichtigung der spezifischen unterrichtlichen Voraussetzungen.

Auszug aus den Richtlinien Kapitel 3.2, Seite 10.

2.6 Hinweise zur Erstellung der Aufgaben

Die Prüfungsaufgabe ist so anzulegen, dass vom Prüfling Leistungen sowohl von möglichst großer Breite (Kompetenzbereiche) als auch von angemessener Tiefe (Anforderungsbereiche) zu erbringen sind.

Eine Prüfungsaufgabe muss sich auf alle vier in 2.4 beschriebenen Kompetenzbereiche erstrecken. Daher sollten Kontexte als Ausgangspunkt genommen werden, wobei die Aufgabenstellung nicht unnötig komplex werden sollte. Aus den Kontexten leiten sich physikalisch relevante Themen und Fragestellungen ab.

Jede Aufgabe muss sich auf alle drei in 2.4 beschriebenen Anforderungsbereiche erstrecken. Dadurch wird eine Beurteilung ermöglicht, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Die Prüfungsaufgabe erreicht dann ein angemessenes Niveau, wenn das Schwergewicht der zu erbringenden Prüfungsleistungen im Anforderungsbereich II liegt und der Anforderungsbereich I in höherem Maße als der Anforderungsbereich III berücksichtigt wird.

Die Berücksichtigung mehrerer Themengebiete in einer Aufgabe ist erwünscht. Es wird empfohlen, durch eine geeignete Vernetzung der Fragestellungen die Bedeutungs- und Beziehunghaftigkeit der Physik zum Ausdruck zu bringen.

Jede Aufgabe ist in Teilaufgaben gegliedert, die einen inneren Zusammenhang aufweisen, sich aber dennoch möglichst unabhängig voneinander bearbeiten lassen. Die Aufgliederung einer Aufgabe darf nicht so detailliert sein, dass dadurch ein Lösungsweg zwingend vorgezeichnet wird. Eine Aufgabe hat nicht viele Teilaufgaben, soll somit nicht zu kleinschrittig sein. Ausdrücklich erwünscht sind offene Aufgabenstellungen, die mehrere Lösungswege ermöglichen. Bei aufeinander aufbauenden Teilaufgaben sollte der Schwierigkeitsgrad zum Ende der Aufgabe hin zunehmen und nicht umgekehrt.

Die Teilaufgaben einer Aufgabe sollen so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung in einem Teil nicht die Bearbeitung der anderen Teilaufgaben unmöglich macht. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein. Experimentelle Anteile sind ausdrücklich erwünscht. Bei experimentellen Aufgabenstellungen ist für den Fall des Misslingens vorab eine Datensicherung vorzunehmen. Die Prüfungsaufgabe soll mehr Denk- als Rechenaufgabe sein und auch Zeichnungen als Lösungen fordern, so dass die physikalische Sachargumentation im Vordergrund steht. Ein hoher Grad an Mathematisierung ist ebenso zu vermeiden wie reine Einsetzaufgaben. Siehe Richtlinie: Kapitel 3.3, Seite 11.

Bei der Formulierung der Aufgaben werden die vorgegebenen Operatoren verwendet (Liste der Operatoren s. Richtlinie, Kapitel 3.3, Seite 11-12).

2.7 Termine

Die Aufgaben werden von den Referentinnen und Referenten zu dem festgesetzten Termin in dreifacher Ausfertigung bei der Schulleitung abgegeben.

Die schriftliche Abiturprüfung findet zu Beginn des 4. Semesters der Studienstufe statt.

Für die Korrektur stehen folgende Zeiten zur Verfügung:

1. Erstkorrektur durch den Referenten : Ende März/Anfang April
2. Weitergabe an den Zweitkorrektor : Anfang April
3. Rückgabe der Arbeiten und der Gutachten durch den Zweitkorrektor : Anfang Mai

Die genauen Termine sind im so genannten „Abiturfahrplan“ für den entsprechenden Abiturjahrgang festgelegt, der über den Oberstufenkoordinator weitergeleitet wird.

3 Aufgaben

3.1 Allgemeine Hinweise

Wegen der dezentralen Aufgabenstellungen für das Fach Physik obliegt es den unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen, Aufgaben gemäß der oben zitierten Richtlinie zu entwerfen.

Eine Reihe von Aufgabensammlungen bieten dazu gute Hilfestellungen. Diese gibt es sowohl in gedruckter als auch zunehmend in digitaler Form im Internet. Ein Blick in die Aufgabenstellungen der Bundesländer mit zentralen Prüfungen in Physik lohnt sich ebenfalls.

Der Entwurf der Aufgabenstellung ist sehr arbeitsintensiv. Schon im Laufe der ersten beiden Semester der Studienstufe – z. B. bei der Vorbereitung von Klausuren – kann man Themen für Aufgaben im Abitur auswählen. Dies erleichtert die Zusammenstellung der Aufgaben am Ende des 3. Semesters.

3.2 Erwartungshorizont

Den Aufgabenentwürfen für die schriftliche Abiturprüfung wird eine Beschreibung der von den Schülerinnen und Schülern erwarteten Leistungen einschließlich der Angabe von Bewertungskriterien beigelegt (s. Anlage Vorsatzblatt zu den Aufgaben).

Die erwarteten Prüfungsleistungen sind stichwortartig so darzustellen, dass aus ihnen Umfang und Erklärungstiefe der geforderten Lösung sowie die Schlüssigkeit der erwarteten Argumentation hervorgeht. Es ist zudem das eingeführte Lehrbuch anzugeben. Der vorangegangene Unterricht, aus dem die vorgeschlagene Aufgabe erwachsen ist, ist so weit darzustellen, wie dies zum Verständnis der Aufgabe notwendig ist. Der Erwartungshorizont wird in Tabellenform dargestellt, die einzelnen Lösungsschritte werden darin gewichtet und den Anforderungs- und Kompetenzbereichen zugeordnet.

Nr	Lösungsskizze	I	II	III
1a				
1b				
...				
2a				
2b				
...				
Σ	Bewertungseinheiten			
%	Prozent	25	50	25

In diesem Lösungsraaster werden sowohl die Einordnung der verschiedenen Aufgabenteile in die Anforderungsbereiche als auch ein festgelegtes Bewertungsschema unmittelbar deutlich.

4 Beispielaufgaben

4.1 Gravitation und Kreisbewegung

Fehlende Konstanten können der Formelsammlung entnommen werden.

1. Die Exzentrizität der Erdbahn $e = 0,01674$ bestimmt die Form ihrer Ellipse. Die kleine Halbachse b berechnet sich aus der großen Halbachse $a = 149,6 \cdot 10^6$ km mit $b^2 = a^2 - (e \cdot a)^2$.
Erläutern Sie unter Verwendung dieser Daten, dass man die Erdbahn näherungsweise als kreisförmig betrachten kann.
2. Bestimmen Sie die Masse der Erde auf einem einfachen Weg über den mittleren Abstand des Mondes und seine Umlaufzeit.
Erläutern Sie, warum sich die Erdmasse mit Hilfe von künstlichen Satelliten genauer berechnen lässt.

Neuer Planet jenseits des Pluto entdeckt



Quaoar - Illustration
P.M.-Magazin

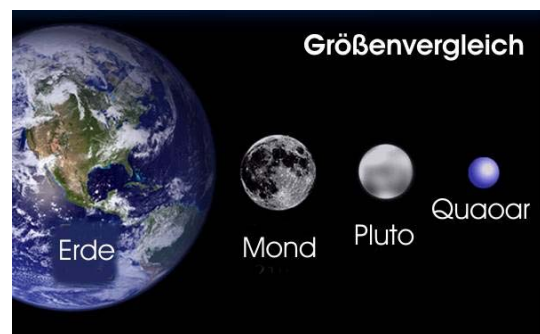
Die Astronomen Michael Brown und Chadwick Trujillo vom California Institute of Technology (Pasadena, USA) entdeckten das lichtschwache Gebilde erst mit dem Teleskop auf dem Mount Palomar. Später nutzten sie die "Advanced Camera for Surveys" des Hubble-Weltraum-Teleskops, das den Durchmesser des Objekts bestimmen konnte. Das Objekt mit dem offiziellen Namen "2002 LM60" hat einen Durchmesser von 1300 km (mehr als die Hälfte des Pluto-Durchmessers). Seine Umlaufbahn ist fast exakt kreisförmig (im Gegensatz zu der extrem exzentrischen Bahn von Pluto), und der Planet umrundet die Sonne in 288 Jahren (Pluto: 248 Jahre). Er dreht sich um sich selbst in 6 Stunden. Es ist noch unbekannt, aus welchem Material der

neue Planet besteht, es wird jedoch vermutet, dass er eine Masse von etwa $2,5 \cdot 10^{22}$ kg besitzt. Mit Quaoar wurde zum ersten Mal seit der Entdeckung Plutos im Jahre 1930 ein Himmelskörper mit vergleichbarer Größe gefunden - ein zehnter Planet.

Das Bild zeigt eine Illustration; im Foto ist Quaoar ein strukturloser Lichtpunkt.

neue Planet besteht, es wird jedoch vermutet, dass er eine Masse von etwa $2,5 \cdot 10^{22}$ kg besitzt. Mit Quaoar wurde zum ersten Mal seit der Entdeckung Plutos im Jahre 1930 ein Himmelskörper mit vergleichbarer Größe gefunden - ein zehnter Planet.

P.M.-Magazin 2002



3. Ein Astronaut ($m_A = 75$ kg) besucht den neuen Planeten. Eine mitgebrachte Waage zeigt auf dem Äquator des Planeten eine andere Gewichtskraft an als auf dem Pol.
Erläutern Sie dieses Phänomen und berechnen Sie die Anzeige der Waage an beiden Orten.
4. Erde und Quaoar umrunden beide die Sonne. Die Erde braucht für eine Umrundung nur 365,25 Tage, der neue Planet wesentlich länger.
Bestimmen Sie mit Hilfe der Daten von Quaoar und Erde den Abstand von Quaoar zur Sonne und die Masse der Sonne. (Falls Sie kein Ergebnis für den Abstand Quaoar-Sonne finden, rechnen Sie mit dem Wert $r = 6,5 \cdot 10^{12}$ m weiter.)
5. Neuere Untersuchungen aus dem Jahr 2003 stellen die Hypothese auf, der Planet sei größtenteils hohl und habe nur eine Masse von etwa $1,0 \cdot 10^{16}$ kg.
Angenommen, diese Theorie wäre richtig: Schätzen Sie ab, ob es dann möglich wäre, dass unser Astronaut aus eigener Kraft das Gravitationsfeld des Planeten verlassen kann.

Erwartungshorizont „Gravitation und Kreisbewegung“

Angaben zum Unterricht:

Astronomie, Gravitation und Kreisbewegungen waren Themen des ersten Semesters. Sie bieten sich an für eine gemeinsame Behandlung. Da die Schülerinnen und Schüler zum Thema Astronomie Referate zu Themen der modernen Astronomie gehalten haben, ist Literaturrecherche und der Umgang mit Texten in diesem Zusammenhang geübt.

Nr.	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB in BE		
		I	II	III
1.	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Die Schülerinnen und Schüler müssen den zwar kurzen, aber doch sehr informativen Text lesen. Wesentliche Informationen, die zur Beantwortung der Aufgaben notwendig sind, finden sich im Text (AB II). Die erste Aufgabe ist bekannt und einfach zu lösen (AB I)			
	<i>Erwartete Schülerleistung:</i> Die Gewichtskraft errechnet sich nach: $F_G = \gamma m m_Q / r^2 = 296 \text{ N}$	4		
2.	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Eine analoge Aufgabenstruktur ist im Unterricht behandelt worden (AB II).			
	<i>Erwartete Schülerleistung:</i> Auf dem Äquator ist die Anzeige der Waage aufgrund der Drehung des Planeten um den Wert der Zentripetalkraft reduziert. $F_{\bar{A}} = F_G - F_Z = \gamma m m_Q / r^2 - m v^2 / r = 292 \text{ N}$ Am Pol ist der Wert nicht reduziert, also $F_P = 296 \text{ N}$	1	7	
3.	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Eine analoge Aufgabenstruktur ist im Unterricht behandelt worden (AB I-II).			
	<i>Erwartete Schülerleistung:</i> Diese Aufgabe wird mit dem 3. Keplerschen Gesetz gelöst: $T_E^2 / T_Q^2 = a_E^3 / a_Q^3$ also ist $a_Q = (a_E^3 T_Q^2 / T_E^2)^{1/3} = 6,5 * 10^9 \text{ km}$	2	4	
4.	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Eine analoge Aufgabenstruktur ist im Unterricht behandelt worden (AB II).			
	<i>Erwartete Schülerleistung:</i> Die Gravitationskraft zwischen Sonne und Quaoar bringt die Zentripetalkraft der Kreisbewegung auf: $\gamma m_Q m_s / r^2 = m_Q v^2 / r$ $m_s = v^2 r / \gamma = 1,97 * 10^{30} \text{ kg}$		6	
5.	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Fluchtgeschwindigkeiten wurden thematisiert und berechnet. Dieses Wissen wird in einer neuen Aufgabenstellung angewendet. Die Aufgabe zudem erfordert ein eigenständiges Abschätzen von physikalischen Größen und ein problembezogenes Auswählen von Informationen und Sachverhalten aus unterschiedlichen Gebieten der Physik. (AB III)			

Nr.	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB in BE		
	<p><i>Erwartete Schülerleistung:</i></p> <p>Die Fluchtgeschwindigkeit soll berechnet werden und anhand von Erfahrungswerten aus dem Alltag abgeschätzt werden, ob ein Mensch diese aus eigener Kraft aufbringen kann.</p> <p>Die Fluchtgeschwindigkeit berechnet sich aus der potentiellen Energie am Pol</p> $W_{\text{pot}} = -\gamma m_Q m_A / r$ <p>und der aufzubringenden kinetischen Energie $W_{\text{kin}} = mv^2/2$</p> $v = (2\gamma m_Q / r)^{1/2} = 1,43 \text{ m/s}$ <p>Ein normal trainierter Mensch kann auf der Erde $h = 0,5 \text{ m}$ hoch springen.</p> <p>Aus $v = (2hg)^{1/2}$ ergibt sich $v = 3,1 \text{ m/s}$, somit sollte der bestens trainierte Astronaut aus eigener Kraft die Fluchtgeschwindigkeit erreichen können.</p> <p>Alternative Überlegungen sind selbstverständlich erwünscht und ebenso richtig: z.B. Geschwindigkeit eines Läufers beim tangentialen Absprung vom Planeten</p>			
Σ	Bewertungseinheiten	7	18	5
%	Prozentuale Anteile	23	60	17

4.2 Beugung und Interferenz am optischen Strichgitter (Grundkurs)

1. Allgemeiner Teil

Senkrecht auf ein optisches Strichgitter fällt Natriumlicht der Wellenlänge $\lambda = 590$ nm. Auf einem Schirm, der vom Gitter den Abstand 78 cm hat, sind die beiden Spektrallinien der 1. Ordnung 48,2 cm voneinander entfernt.

- Erklären Sie zunächst allgemein das Zustandekommen der Helligkeitsmaxima bei der Beugung des Lichts an einem optischen Strichgitter.
- Bestimmen Sie die Gitterkonstante des verwendeten Strichgitters.

2. Experimenteller Teil

Eine Gitterfolie mit 1000 Einzelspalten pro Millimeter wird auf die Innenseite der Querwand eines Glastroges geklebt. An die andere Querwand wird von außen ein Stück durchscheinendes Papier („Butterbrotpapier“) als Schirm befestigt. Die Dicke der Glaswände soll im Folgenden nicht berücksichtigt werden. Die Gitterfolie wird senkrecht zur Querwand mit dem Licht des Lasers der Wellenlänge $\lambda = 633$ nm bestrahlt. Auf dem Schirm beobachtet man das entstehende Interferenzmuster.

- Nun wird der Glastrog mit Wasser gefüllt. Beschreiben Sie, wie sich dadurch die Interferenzfigur auf dem Papier verändert.
- Führen Sie diesen Versuch durch und bestimmen Sie aus den experimentell ermittelten Daten dieses Versuchs die Wellenlänge des Laserlichts im Wasser. Beschreiben Sie die Zusammenhänge in einem Versuchsprotokoll.
- Begründen Sie die in 2a) beschriebene Beobachtung und erläutern Sie, warum dieses Experiment das Lichtwellenmodell von Huygens bestätigt.

3. Anwendungsteil: Spektrales Auflösungsvermögen

„Bei *Spektralapparaten* wird die Größe $U = \lambda/\Delta\lambda$ als *Auflösungsvermögen* definiert. Sie gibt die Fähigkeit des Spektralapparates an, für Lichtwellen nahe beieinander liegender Wellenlängen die Intensitätsmaxima nach Durchgang durch den Apparat räumlich zu trennen. (.....). Bei Beugungsgittern gelten zwei Wellenlängen λ_1 und $\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda$ dann als getrennt, wenn das Interferenzmaximum von λ_1 in ein Minimum von λ_2 fällt (.....). Es gilt $\lambda/\Delta\lambda = p \cdot k$, wobei k die Beugungsordnung und p die Zahl der beleuchteten Striche ist. Während die beobachtbare Gitterordnung durch die mit höherer Ordnung abnehmende Intensität der Maxima beschränkt ist, kann man das Auflösungsvermögen eines Gitters auch durch die Zahl der kohärent beleuchteten Gitterspalte beeinflussen. Ein typisches *Transmissionsgitter* hat ca. 600 Striche pro Millimeter. Bei einer beleuchteten Breite von 16 cm ergibt dies für $p \approx 100\,000$. Beobachtet man in der dritten Beugungsordnung, erreicht man ein Auflösungsvermögen von ca. 300 000.“

(Zitat z. B. aus : <http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/physik/961>)

- Bestimmen Sie den im Beispiel für das Auflösungsvermögen angegebenen Wert von 300 000.
- Bei genaueren Untersuchungen des Spektrums von Natriumlicht stellte sich heraus, dass die gelbe Spektrallinie dieses Lichts aus zwei eng benachbarten Linien – den so genannten D-Linien – besteht. Die dazugehörigen Wellenlängen haben die Werte $\lambda_1 = 589$ nm und $\lambda_2 = 589,6$ nm. In einem Beugungsspektrum 2. Ordnung sollen die beiden D-Linien des Natriumlichts auf einem Schirm getrennt erscheinen. Es steht ein Gitter zur Verfügung, das je 1cm Gitterbreite 2000 Einzelspalte besitzt. Bestimmen Sie die Gitterbreite, die mindestens beleuchtet werden muss, um die D-Linien des Natriumlichts getrennt beobachten zu können.

(Hinweis zur Gitterfolie : Unter www.astromedia.de kann man diese bestellen.)

Erwartungshorizont “Beugung am Gitter”

Angaben zum Unterricht:

Im Rahmen des Themas Wellenoptik nimmt die Beugung am optischen Strichgitter einen breiten Raum ein. Sowohl die experimentelle Erarbeitung der Phänomene als auch die mathematische Behandlung des Themas standen im Mittelpunkt des Unterrichts.

Nr	Anmerkungen	I	II	III
1.a)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Einen Sachverhalt skizzieren und beschreiben			
	Erstellung einer Skizze mit entsprechender Beschreibung : Interferenzen der in den Gitterspalten erzeugten Kreiswellen, Gangunterschied der Kreiswellen in verschiedene Richtungen, insbesondere der Gangunterschied benachbarter Wellenzüge	2	3	
1.b)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Berechnung von Größen unter Verwendung von bekannten Formeln mit entsprechenden Erläuterungen			
	Bestimmung des Beugungswinkels α aus $\tan \alpha = \frac{d_z}{b}$ mit $d_1 = 24,1\text{cm}$ und $b = 78\text{cm}$ ergibt $\alpha = 17,17^\circ$. Anwendung der Interferenzbedingung für Intensitätsmaxima beim Gitter $\sin \alpha = \frac{z \cdot \lambda}{a}$, $z \in \mathbb{N}$ mit $\lambda = 590\text{ nm}$ und $z = 1$ ergibt die gesuchte Gitterkonstante $a = 1,99 \cdot 10^{-6}\text{ m}$.	4	2	
2.a)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Einen einfachen Sachverhalt wiedergeben			
	Die Intensitätsmaxima 1. Ordnung rücken enger zusammen.	1		
2.b)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Aus dem Unterricht bekannte Messung selbstständig durchführen, auswerten und protokollieren			
	Notwendige Messungen (Beispiele, da diese vom Gefäß abhängen) : Abstand Gitter-Schirm ($b = 6,2\text{cm}$) Abstand der Maxima 1. Ordnung oder d_1 mit Wasser ($d_1 = 3,4\text{cm}$) Ansatz und Rechnung wie in 1.b) mit $z = 1$ und $a = 10^{-3}\text{ mm}$ ergibt $\lambda = 480$ nm Versuchsprotokoll	4	5	
2.c)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Wissen problembezogen einordnen und bewerten			
	1. Darstellung des Zusammenhangs zwischen Wellenlänge und Beugungswinkel 2. Einordnung der Beobachtung in das Wellenmodell nach Huygens		2	3
3.a)	<i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Textverständnis und Nachvollziehen einer Rechnung			
	Nachvollziehbare Darstellung des Rechenweges und Bestätigung der Rechnung		3	

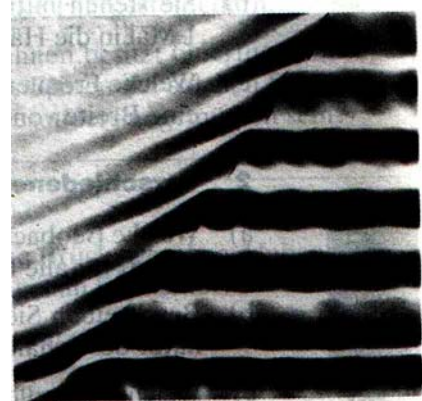
Nr	Anmerkungen	I	II	III
3.b)	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:</i> Textverständnis und entsprechende Ermittlung der notwendigen Daten und Zusammenhänge</p> <p>1. Bestimmung von $\Delta\lambda = 0,6\text{nm}$ 2. Berechnung $U = \lambda/\Delta\lambda = 981,7$ (982,7) (Festlegung λ entweder λ_1 oder λ_2 !) 3. $z = k = 2$ Berechnung der Anzahl der zu beleuchtenden Gitterspalte $p = U : k = 491$ und daraus die geforderte Gitterbreite $491 : 2000 \text{ cm} = 0,245\text{cm}$</p>			
Σ	Bewertungseinheiten	12	18	7
%	Prozentuale Anteile	32	49	19

4.3 Wasserwellen (Grund- und Leistungskurs)

(Quelle für Wellenbilder: Hans Peter Dreyer; Phänomene - Aspekte der Realität in Physikaufgaben; Sabe Verlag AG, Zürich; 1999-1 Foto der Wasserwellen S. 80; Lösungsskizze S.214)

Die untere Kante eines Drahtrahmens taucht in eine mit Wasser gefüllte Wanne ein. Der Drahtrahmen wird mit $f = 20$ Hz in vertikale Schwingungen versetzt, so dass in der Wellenwanne ebene Wellen erzeugt werden.

1. Die Abbildung zeigt parallele, ebene Wasserwellen, die aus einem Tiefwasserbereich (rechts unten) in einen Flachwasserbereich laufen.



1.1 Zeichnen Sie die Situation im Maßstab 1:1.

Die Skizze soll die Grenzlinie zwischen Tief- und Flachwasserbereich, die Lage der Wellenberge in beiden Bereichen und die Fortpflanzungsrichtung der Wellen in beiden Bereichen enthalten.

1.2 Erläutern Sie, dass sich beim Übergang zwischen den beiden Bereichen die Frequenz der Wasserwellen nicht ändert. Entwerfen Sie zusätzlich ein geeignetes Experiment zur Überprüfung dieses Sachverhalts.

1.3 Zeigen Sie an dem vorliegenden Experiment, dass das Brechungsgesetz auch für Wasserwellen gilt. Werten Sie dazu die Momentaufnahme quantitativ aus. Entnehmen Sie die Maßzahlen der benötigten Zahlenwerte direkt der Abbildung oder Ihrer Skizze.

1.4 Begründen Sie, dass Wasserwellen an Ufern von Teichen oder an flachen Stränden ihre Richtung immer so ändern, dass sie auf das Land zu laufen.

LK zusätzlich

2. In diesem Experiment treffen die ebenen Wellen bei konstanter Wassertiefe senkrecht auf einen Doppelspalt mit einem Spaltabstand von 4,0 cm.

Der Punkt P hat von dem einen Spalt den Abstand 13 cm, von dem anderen 15 cm.

Bei der eingestellten Frequenz $f_E = 20$ Hz tritt in P ein Minimum 2. Ordnung auf.

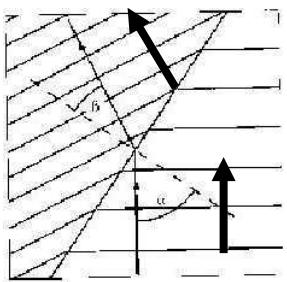
2.1 Skizzieren Sie diese Situation in einer maßstäblichen Zeichnung.

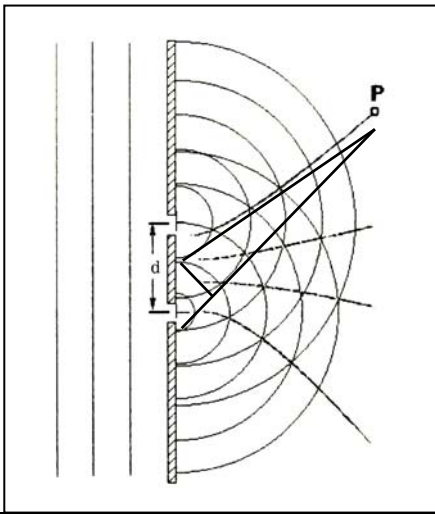
Erklären Sie das Zustandekommen des Phänomens.

2.2 Weisen Sie nach, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwellen $c = 27$ cm/s beträgt.

2.3 Bestimmen Sie die Anzahl der beobachtbaren Minimastreifen.

Erwartungshorizont „Wasserwellen“

Nr	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB					
		I	II	III			
1.1	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Das Anfertigen der Skizze aus der gegebenen Abbildung erfordert lediglich Sorgfalt. Der Schluss auf die Geschwindigkeiten ist eine Transferleistung</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Die Ausbreitung erfolgt in der Abbildung von unten nach oben. In flachem Wasser breiten sich also die Wellen mit kürzerer Wellenlänge, also kleinerer Geschwindigkeit aus als in tiefem Wasser.</p>				3	2	
1.2	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Erläuterung ist teils eine Wiederholung, teils Transfer auf das vorgegebene Problem. Das Finden eines geeigneten Experiments erfordert Übersicht und Kreativität.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Die Wellenfronten sind an der Übergangslinie nicht unterbrochen, sondern nur geknickt. Die Wellen schwingen an der brechenden Kante mit gleicher Phase. Bei geeignet gewählter stroboskopischer Beleuchtung scheinen die Wellen sowohl im tiefen als auch im flachen Wasser stillzustehen.</p>	1	1	2			
1.3	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Anwendung des Gesetzes auf Wasserwellen ist neu. Die Entnahme der Messwerte aus der Abbildung und das Einsetzen in das Brechungsgesetz sind einfacher Transfer.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i></p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$ <p>In vorliegendem Experiment muss gelten: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$. (Lösungsansatz) Aus der Abbildung lässt sich ablesen: $\lambda_1=10\text{mm}$, $\lambda_2=6\text{mm}$. Also ist $c_1:c_2=\lambda_1:\lambda_2=1,7$. Der Einfallswinkel beträgt $\alpha = 55^\circ$, der Brechungswinkel $\beta = 29^\circ$. Es gilt mit guter Genauigkeit: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 1,7$. Somit ist die Gleichheit nachgewiesen.</p>	3	3				
1.4	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Erkenntnis, dass die gebrochene Welle zum Einfallslot hin gerichtet ist, und die Folgerung daraus erfordern das Anwenden dieses Sachverhalts mit geometrischer Übersicht.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Da Wasserwellen in Ufernähe in immer flacheres Wasser laufen, wird ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit immer kleiner. Der ufernahe Teil einer geraden Wellenfront bewegt sich deshalb langsamer fort als der weiter vom Ufer entfernte Teil. Dies führt zu der beobachteten Richtungsänderung.</p>		2	1			

Nr	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB in BE		
		I	II	III
2.1	Zuordnung zu den Anforderungsbereichen Die Versuchsbeschreibung ist graphisch umzusetzen. Das ist an anderen Beispielen geübt.			
	<p><i>Erwartete Schülerleistung</i> An den Punkten, an denen der Gangunterschied $\Delta s = (2k-1) \cdot \lambda/2$ beträgt, löschen sich die Schwingungen aus. An diesen Punkten bemerkt man keine Wellenerregung. Der geometrische Ort dieser Punkte ist eine Hyperbel, die beobachtet werden kann.</p> 	4		
2.2	Zuordnung zu den Anforderungsbereichen Ein bekanntes Verfahren ist auf einen neuen Sachverhalt anzuwenden.			
	<p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Gangunterschied $\Delta s = (2k-1) \cdot \lambda/2$ und $\lambda = c/f \Rightarrow \Delta s = (2k-1) \cdot c/(2f) \Rightarrow c = (2f \Delta s)/(2k-1) = (2 \cdot 20\text{Hz} \cdot 2\text{cm})/(2 \cdot 2-1) = 27 \text{ cm/s}$</p>		4	
2.3	Zuordnung zu den Anforderungsbereichen Im Ansatz handelt es sich um eine komplexere Transferleistung. Das berechnete Ergebnis für k_{\max} muss sorgfältig ausgewertet werden.			
	<p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Der maximale Gangunterschied ist die Spaltbreite d, also gilt: $(2k-1) \frac{\lambda}{2} \leq d \Leftrightarrow k \leq \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2d}{\lambda} + 1 \right)$. Mit $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{27\text{cm/s}}{20 \text{ Hz}} = 1,35 \text{ cm}$ folgt $k_{\max} = 3$. Somit ist die Anzahl der Minima 6.</p>		4	
Σ	Bewertungseinheiten	11	16	3
%	Prozent	37	53	10

4.4 Kondensator (Leistungskurs)

1. Allgemeiner Teil

Ein "Goldcap" ist ein Kondensator mit sehr hoher Kapazität, der sich im Vergleich zu Folienkondensatoren durch eine sehr kleine Baugröße auszeichnet. Für einen bestimmten Typ gelten folgende Daten: Kapazität 1,0 F; Größe des zylinderförmigen Gehäuses: Durchmesser 21 mm, Höhe 10 mm.

1.1. Berechnen Sie die Plattenfläche eines Plattenkondensators, der bei einem Plattenabstand von 50 μm die Kapazität 1,0 F aufweist.

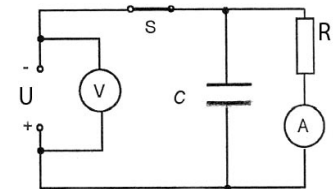
Rechnen Sie mit der Dielektrizitätskonstanten von Vakuum. [Zur Kontrolle: $A = 5,65 \text{ km}^2$]

1.2. Berechnen Sie das Verhältnis der Volumina des angegebenen Goldcaps und des Plattenkondensators aus Teilaufgabe 1.1, wenn das Eigenvolumen der Platten außer Acht gelassen wird.

1.3. In einem Schulexperiment mit einem Plattenkondensator ist die Plattenflächen 314 cm^2 , der Plattenabstand 2 mm und die angelegte Spannung 5 kV. Vergleichen Sie die Kapazität des Plattenkondensators, die Ladung auf den Platten und die gespeicherte elektrische Energie mit der des Goldcaps 1 F, wenn dieser an 1,2 V aufgeladen wurde.

2. Experimenteller Teil

In diesem Aufgabenteil soll der Entladevorgang eines Kondensators über einen Widerstand genauer betrachtet werden. Dazu sind einige experimentelle Untersuchungen vorzunehmen. Ihnen stehen am Arbeitsplatz die Bauteile für nebenstehende Schaltung sowie eine Stoppuhr zur Verfügung. Der Kondensator hat die Aufschrift „1,0F 5,5V“. Der Widerstand R ist 60 Ω .



2.1 Nennen Sie den maximalen Wert, auf den man die Spannung U_0 höchstens einstellen darf. Wählen Sie $U_0 = 4,5\text{V}$ und starten Sie das Experiment mit dem Schließen des Schalters S. Beschreiben Sie qualitativ, was nun in der Schaltung abläuft.

2.2 Beginnen Sie (nach frühestens 30 Sekunden) durch Öffnen des Schalters S folgende Messung: Nehmen Sie eine Messreihe (6 Messungen) auf, die die Abhängigkeit der Stromstärke des Entladestroms von der Zeit zeigt, und stellen Sie diese Messreihe grafisch dar. Vergleichen Sie ihre Messreihe mit der hier gegebenen:

t in s	0	10,0	30,0	50,0	70,0	90,0
I in mA	38,0	34,9	29,4	24,9	21,1	17,8

2.3 Ermitteln Sie aus dem Diagramm näherungsweise die abgeflossene Ladung.

2.4 Zeigen Sie mit Hilfe der gegebenen Messungen, dass der Innenwiderstand des Goldcap ca. 60 Ω beträgt.

2.5 Zeigen Sie, dass die obigen Messwerte mit der Formel $I(t) = I_0 \cdot e^{-kt}$ verträglich sind und bestätigen Sie mit den vorliegenden Daten den Zusammenhang: $k = \frac{1}{(R_i + R_a) \cdot C}$.

3. Anwendungsteil

Der Goldcap eignet sich wegen seiner hohen Kapazität als Überbrückungsspannungsversorgung, z.B. in Geräten, in denen Daten bei ausgeschaltetem Zustand erhalten bleiben sollen.

3.1 Überprüfen Sie diese Aussage für einen Goldcap-Kondensator der Kapazität 1,0 F.

Berechnen Sie dazu die Zeit, bis die Anfangsspannung von 5,0V auf 3,5V abgesunken ist, wenn der Speicherbaustein einen Widerstand von 4,8 $\text{M}\Omega$ hat.

3.2 Auf der Web-Site „www.elektronik-kompodium.de“ findet sich folgende Formel zur Berechnung des Überbrückungszeitraumes. Berechnen Sie mit dieser Formel die Überbrückungszeit.

$$T = \frac{(U_{\text{Lade}} - U_{\text{min}}) \cdot C}{I}$$

T = Überbrückungszeitraum (s),
 U_{Lade} = Ladespannung (V)
 U_{min} = minimale Betriebsspannung (V)
 C = Kapazität (F)
 I = mittlere Stromaufnahme (A)

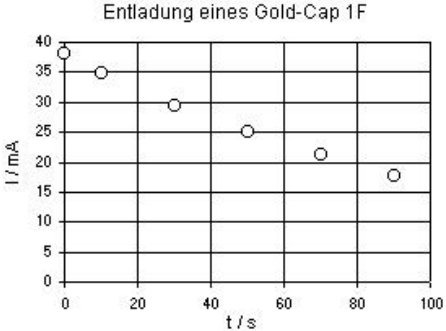
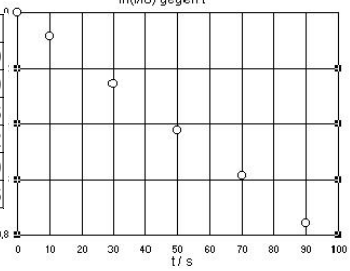
3.3 Erörtern Sie, warum die Formel aus 3.2 in der Praxis genügt.

Erwartungshorizont "Kondensatoren"

Angaben zum Unterricht:

Im zweiten Semester wurden im Zusammenhang mit elektrischen Feldern Kondensatoren behandelt. Dabei wurde wegen der technischen Anwendungen in der Elektronik das Lade- und das Entladeverhalten von verschiedenen handelsüblichen Kondensatoren über Widerstände gemessen und mathematisch beschrieben. Die zugehörigen Schaltpläne wurden aufgezeichnet.

Nr	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB		
		I	II	III
1.1	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Hier handelt es sich um eine einfache Berechnung mit einer bekannten Formel. Die Lösung ist sicher durch das Ausmaß der Fläche unerwartet.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow A = d \cdot \frac{C}{\epsilon_0} \Rightarrow A = 50 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1,0}{8,8542 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{mVmAs}{AsV} \Rightarrow A = 5,65 \text{ km}^2$</p>	3		
1.2	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Textverständnis und unerwartetes Ergebnis führen auf AB II</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> $D_G = 21 \text{ mm} \Rightarrow r = 10,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ Berechnung des Verhältnisses V_P/V_G: $V_G = h \cdot \pi \cdot r^2$ und $V_P = A \cdot d \Rightarrow \frac{V_P}{V_G} = \frac{A \cdot d}{h \cdot \pi \cdot r^2} \Rightarrow$ $\frac{V_P}{V_G} = \frac{5,65 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot (10,5 \cdot 10^{-3})^2} \cdot \frac{m \cdot m^2}{m \cdot m^2} \Rightarrow \frac{V_P}{V_G} = \frac{81,6 \cdot 10^6}{1}$ Das Volumen des Plattenkondensators ist 81 Millionen mal größer als das Volumen des Goldcaps.</p>			6
1.3	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Schüler sollen mit dem verwendeten Bauteil "Kondensator" vertraut werden .</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Berechnung für den Plattenkondensator: $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot \frac{314 \text{ cm}^2}{2 \text{ mm}} \Rightarrow C = 1,39 \cdot 10^{-10} \text{ F};$ $Q = C \cdot U = 695 \text{ nC}; W = 0,5 \cdot C \cdot U^2 = 1,74 \text{ mWs}$ Berechnungen für den Goldcap: $C = 1 \text{ F} \Rightarrow Q = C \cdot U = 1,2 \text{ C}$ und $W = 0,5 \cdot C \cdot U^2 = 0,72 \text{ Js}$ Vergleich: 10^{10}-fache Kapazität, $1,7 \cdot 10^6$-fache Ladung, 400-fache Energie</p>			8
2.1	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Schüler sollen mit dem verwendeten Bauteil "Kondensator" vertraut werden und den Ladevorgang qualitativ beschreiben. Informationen ergeben sich aus dem Bauteil, die Beschreibung des Ladevorgangs erfordert eine Analyse des Schaltplans.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung</i> Maximal darf die angegebene Nennspannung $U_0=5V$ angelegt werden. Nach dem Schließen des Schalters wird der Kondensator geladen. Erst wenn der Kondensator geladen ist, fließt der volle Strom $I = U/R = 4,5V / 60\Omega = 75mA$ durch den Widerstandszweig.</p>	1	3	

Nr	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB																
2.2	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i></p> <p>Die Planung der Messwertaufnahme ist eigenständig durchzuführen, eine geeignete Zeitenabfolge der Messungen ist zu planen oder durch mehrfaches Durchführen auszuprobieren, die Messungen sind in angemessener Form (Tabelle, Tabellenüberschriften, Einheiten, Diagrammachsenbezeichnungen, Achsenskalierungen, richtiger Eintrag der Messpunkte) zu dokumentieren.</p> <p>Erwartete Schülerleistung z.B.</p> <table border="1" data-bbox="368 517 580 792"> <thead> <tr> <th>t / s</th> <th>I / mA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>38</td></tr> <tr><td>10</td><td>34,9</td></tr> <tr><td>30</td><td>29,4</td></tr> <tr><td>50</td><td>24,9</td></tr> <tr><td>70</td><td>21,1</td></tr> <tr><td>90</td><td>17,8</td></tr> </tbody> </table> 	t / s	I / mA	0	38	10	34,9	30	29,4	50	24,9	70	21,1	90	17,8			12
t / s	I / mA																	
0	38																	
10	34,9																	
30	29,4																	
50	24,9																	
70	21,1																	
90	17,8																	
2.3	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i></p> <p>Das Verfahren ist aus verschiedenen Anwendungen der Interpretation von Diagrammen bekannt, allerdings speziell für diese Anwendung nicht geübt.</p> <p>Erwartete Schülerleistung:</p> <p>Grafische Integration durch Unterteilung der Fläche unterhalb des t-I-Funktionsgraphen in Rechtecke (Näherung), hier genügt wegen des fast linearen Teils der Exponentialkurve ein Trapez: $90s \cdot (38 + 17,8) / 2 \text{ mA} = 2,51 \text{ C}$.</p>			3														
2.4	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i></p> <p>Das Problem ist die Zuordnung des Innenwiderstandes, z.B. durch Einzeichnen in die Schaltskizze. Ein Innenwiderstand von Kondensatoren wurde bisher nicht behandelt.</p> <p>Erwartete Schülerleistung:</p> $U_0 / I_0 = R_{\text{innen}} + R_{\text{außen}} \Rightarrow 4,5V / 0,038A - R_{\text{außen}} = R_{\text{innen}} \Rightarrow R_{\text{innen}} = 58,4 \Omega$			2														
2.5	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i></p> <p>Der Nachweis der Verträglichkeit erfordert eigene Überlegungen zum Vorgehen. Der Zusammenhang $k = 1/(RC)$ sollte bekannt sein. Dass im vorliegenden relevanten Stromkreis der Widerstand aus Außen- und Innenwiderstand zusammengesetzt ist, ist eine von den Schülern erwartete Leistung. Die Auflösung der gegebenen Formel nach k erfordert mathematische Übersicht. Alternativ könnte $t \sim \ln(I(t)/I_0)$ graphisch nachgewiesen und k aus dieser Kurve berechnet werden. Oder aber I wird nach der gegebenen Formel in der Wertetabelle mit dem $k = 1/(RC)$ bestätigt.</p> <p>Erwartete Schülerleistung:</p> $k = \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{I(t)}{I_0}\right) = \frac{1}{90s} \cdot \ln\left(\frac{17,8}{38}\right) = 8,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$ <p>und aus den Daten:</p> $k = \frac{1}{(R_{\text{innen}} + R_{\text{außen}}) \cdot C} = 8,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$ <p>Alternativ: Berechnung von k aus den Daten und Ergänzung der Messtabelle gemäß der gegebenen Entladeformel $I = \dots$ sowie Vergleich mit gemessenem I.</p> <table border="1" data-bbox="730 1727 874 1928"> <thead> <tr> <th>t / s</th> <th>ln(I/I₀)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>-0,09</td></tr> <tr><td>30</td><td>-0,26</td></tr> <tr><td>50</td><td>-0,42</td></tr> <tr><td>70</td><td>-0,59</td></tr> <tr><td>90</td><td>-0,76</td></tr> </tbody> </table> 	t / s	ln(I/I ₀)	0	0	10	-0,09	30	-0,26	50	-0,42	70	-0,59	90	-0,76			5
t / s	ln(I/I ₀)																	
0	0																	
10	-0,09																	
30	-0,26																	
50	-0,42																	
70	-0,59																	
90	-0,76																	

Nr	Anmerkungen	Zuordnung zu den AB		
3.1	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Die Zuordnung der Größen zur Entladeformel für den Strom und die Auflösung nach der Zeit erfordert Reorganisation.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung:</i> Gesamtwiderstand einsetzen \Rightarrow $t = -R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) = 4,8 \cdot 10^6 \cdot 0,357 \text{ s} = 1713 \text{ 600 s} = 19,83 \text{ d} \approx 20 \text{ d}$</p>			3
3.2	<p><i>Zuordnung zu den Anforderungsbereichen</i> Einsetzen der Werte und Berechnung der Lösung sind einfach. Als mittlere Stromstärke kann diese aus der mittleren Spannung und aus dem Widerstand berechnet werden. Sonst werden zwei Berechnungen durchgeführt, eine für 5V und eine für 3,5V.</p> <p><i>Erwartete Schülerleistung:</i> Werte richtig einsetzen, Umrechnung in Tage sinnvoll. $T = \frac{1,5 \cdot 1}{5} \text{ s} \approx \frac{1,5}{1 \cdot 10^{-6}} \text{ s} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ s} \approx 17 \text{ d}$ $T = \frac{1,5 \cdot 1}{3,5} \text{ s} \approx \frac{2,06}{1 \cdot 10^{-6}} \text{ s} = 2,06 \cdot 10^6 \text{ s} \approx 24 \text{ d}$ Die mittlere Überbrückungszeit ist 20,5 Tage.</p>			3
3.3	<p>Die numerischen Ergebnisse sind ähnlich trotz der Verwendung verschiedener Funktionstypen.</p> <p>3.1 nutzt die genaue Exponentialfunktion, 3.2 nähert linear an. Die Stromstärke sinkt von ca. 1 μA auf 0,7 μA, ist also im Mittel 0,85 μA. Wegen der großen Kapazität verläuft die Exponentialfunktion im wesentlichen Zeitbereich offenbar fast linear.</p>			2
Σ	Bewertungseinheit	10	42	7
%	Prozent	17	71	12

5. Korrekturen

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd die Hälfte (mindestens 45%) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind. Dazu müssen auch Leistungen im Anforderungsbereich II erbracht werden. Dieses ist der Fall, wenn je nach Aufgabenstellung

- Sachverhalte korrekt wiedergegeben und in Teilen korrekt angewendet werden
- einfache Fachmethoden korrekt beschrieben und in Teilen korrekt angewendet werden
- vorgegebene Kommunikations- und Darstellungsformen korrekt angewendet werden
- einfache Bezüge aufgezeigt werden und
- die Darstellung erkennbar geordnet und sprachlich verständlich ist.

Die Note „gut“ (11 Punkte) wird erteilt, wenn annähernd vier Fünftel (mindestens 75 %) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind. Dabei muss die Prüfungsleistung in ihrer Gliederung, in der Gedankenführung, in der Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Ein mit „gut“ beurteiltes Prüfungsergebnis setzt voraus, dass neben Leistungen in den Anforderungsbereichen I und II auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht werden. Dieses ist der Fall, wenn je nach Aufgabenstellung

- Sachverhalte und Fachmethoden korrekt dargestellt und in abgegrenzten Gebieten korrekt angewendet werden
- Kenntnisse und Fachmethoden stellenweise zur Lösung von Problemen selbständig herangezogen werden
- Kommunikations- und Darstellungsformen korrekt angewendet und in Teilen selbständig ausgewählt werden
- Bezüge hergestellt und Bewertungsansätze wiedergegeben werden und
- die Darstellung in ihrer Gliederung und Gedankenführung klar strukturiert und nachvollziehbar ist sowie den allgemeinen und fachsprachlichen Anforderungen voll entspricht.

Im Übrigen gilt bei der Festlegung von Notenpunkten die folgende Tabelle.

Erbrachte Leistung	Notenpunkte
≥ 95 %	15
≥ 90 %	14
≥ 85 %	13
≥ 80 %	12
≥ 75 %	11
≥ 70 %	10
≥ 65 %	9
≥ 60 %	8

Erbrachte Leistung	Notenpunkte
≥ 55 %	7
≥ 50 %	6
≥ 45 %	5
≥ 40 %	4
≥ 33 %	3
≥ 26 %	2
≥ 19 %	1
< 19 %	0

Bei erheblichen Mängeln in der sprachlichen Richtigkeit sind bei der Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung je nach Schwere und Häufigkeit der Verstöße bis zu drei Notenpunkte

abzuziehen. Dazu gehören auch Mängel in der Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen sowie falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text.

Zur Orientierung wird auf die Bewertungsbögen Erst- und Zweitkorrektur unter der Internetadresse www.hera.bbs.hamburg.de (Anmeldenamen: abschluss, Passwort: pruefung, Link Sekundarstufe II, Bewertungsbögen, Zweitkorrektur Mathematik).

Siehe Richtlinie: Kapitel 3.5, Seite 13ff.

6. Anlage Vorsatzblatt

Vorsatzblatt (Vorderseite) :

Schulstempel

Nummer des Umschlags: _____

Vorsatzblatt für jede Aufgabe

1. Angaben durch die Schulleitung

Nummer der Aufgabe: _____

LK/GK _____

Fach: _____

(nur für Bildende Kunst)

Arbeitszeit: _____

(nur bei Fremdsprachen)

Unterricht ab Klasse: _____

2. Angaben des Fachlehrers / der Fachlehrerin im 3. Halbjahr (Referent / in)

(ggf. in Absprache mit dem Fachlehrer / der Fachlehrerin im 1. Halbjahr und / oder 2. Halbjahr)

Referent / in: _____

Aufgabe (Kurzbezeichnung): _____

besondere Hilfsmittel: _____

Halbjahresangabe: _____

Kursthema in dem betr. Halbjahr: _____

ggf. Fachlehrer / in im 1. und / oder 2. Halbjahr _____

3. Angaben über unterrichtliche Voraussetzungen

(auch über Besonderheiten der Kurszusammensetzung o. ä., inhaltliche Schwerpunkte, benutzte Materialien / Bücher)
